

УДК 621.979:621.768.4.06

Р.Д. Іскович-Лотоцький

О.В. Поліщук

Вінницький національний технічний університет

ВІБРАЦІЙНА УСТАНОВКА ДЛЯ ЗНЕВОДНЕННЯ ВІДХОДІВ ХАРЧОВИХ ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ.

Анотація

В статті розглядається гідрокінематична схема і принцип дії вібраційної установки для зневоднення відходів харчових переробних виробництв, що вміщує п'ять незалежних приводів, а саме – основний (гідроімпульсний), додатковий (гідропривод статичного навантаження), привод основного транспортного конвеєра та приводи допоміжних конвеєрів. Установка може бути використана в переробній промисловості для зневоднення вторинних продуктів та підготовки кормів в сільському господарстві.

Abstract

Hydrokinematic scheme and principle of operation of vibration plant for devatering secondary products of processible food industries is shown in the article. Vibration plant includes five independent drives – main (hydroimpulse), additional (hydraulic drive of static load), main transport conveyor drive and drives of auxiliary conveyors. Plant can be used in food processible industry for devatering secondary products and preparation fodders in agriculture.

Відходи харчової промисловості, які отримуються при виготовленні спирту (спиртова барда), пива (пивна дробина), цукру (жом), фруктових та ягідних соків (жмих), досить широко використовуються в сільському

господарстві при приготуванні кормів. Для їх зберігання, транспортування та використання необхідні такі додаткові технологічні процеси, як зневоднення і подальше сушіння. Серед відомих способів зневоднення – механічний, термічний, хімічний [5]. Найбільш розповсюджений перший, як достатньо ефективний. Відоме обладнання, що використовується для реалізації цих процесів, як правило, не забезпечує потрібні властивості зневоднених відходів, що приводить до необхідності тривалого сушіння і, відповідно, до додаткових витрат енергії та часу. Вказана проблема може бути вирішена за допомогою вібраційного обладнання з гідроімпульсним приводом. Експериментами встановлено [1], що таке обладнання забезпечує інтенсивний режим видалення вологи з відходів при їх віброударному пресуванні та дозволяє регулювати робочі режими обробки для досягнення заданих параметрів зневоднення за порівняно короткий час. Характер технологічного процесу пресування залежить від характеру зміни тиску в робочій порожнині головного гідроциліндра гідроімпульсного привода, який визначається способом підключення віброзбудувача "на вході" або "на виході"[4].

Для реалізації процесів віброударного пресування у ВНТУ розроблена установка для зневоднення відходів. Вона оснащена необхідними транспортно-завантажувальними пристроями, які дозволяють використати її в автоматизованому виробництві. Принципова гідрокінематична схема цієї установки наведена на рис.1.

На станині 1 встановлено вузол вібраційного приводу, що складається з основного гідроциліндра 2 з плунжером приєднаним до вібростола 3, який зв'язаний із станиною пружними елементами повернення 6, ряду вальців 8, системи відведення вологи 7, допоміжних гідроциліндрів приводу статичного навантаження 4, рухомої траверси 5 з інерційною масою, на якій змонтовано плиту з рядом вальців 9, що охоплені стрічкою 16. Також на станині 1 встановлено ланцюговий транспортний конвеєр 10, на армованій гумовотканевій стрічці 16 якого змонтований ряд металевих пластин 11 з боковими стінками для утримання пресованого матеріалу та

дренажними отворами в них (див. переріз А-А, вид Б). Ланцюг 12 приводить конвеєр до руху тяговими зірочками 13 від електродвигуна 14.

Гідроімпульсний привод вібростола 3 [4] включає в себе насос 17 з фільтром 18 у всмоктувальній лінії, одноцикловий пружинний акумулятор 19, регулятор витрат 20, запобіжний клапан 23, двоходовий двопозиційний гідророзподільник з електричним керуванням 21 і двокаскадний триходовий вібробуджувач 22, що монтується безпосередньо на корпусі гідроциліндра 2. Допоміжний привод складається з насоса 24, фільтра 25 у напірній лінії, запобіжного клапана 26 та чотириходового трипозиційного розподільника 27 з електричним керуванням.

На транспортний конвеєр суміш подається додатковим конвеєром подачі 28, змонтованим на рамі 29, привод обертального руху якого включає в себе електродвигун 30 з барабаном 31. Виведення відпресованої суміші з конвеєра 10 виконується додатковим вивідним конвеєром 32, встановленим на рамі 33, що також має окремий привод до якого входять барабан 34 та електродвигун 35. Електродвигуни приводів зблоковані з електромагнітами розподільників 27 і 21 та з реле часу(на схемі не показано).

Робочий цикл установки здійснюється наступним чином. Вмикаються насоси 17 та 24. Волога маса подається на стрічку конвеєра 10. Спрацьовує реле часу і вмикаються електродвигуни 14, 30, 35, гідророзподільники 27 і 21 вмикаються відповідно в середню та ліву за схемою позиції, внаслідок чого робоча рідина з порожнини гідроциліндра 2 зливається в резервуар, а вібростіл пружинами 6 притискається до наплічників поперечини станини. Робоча рідина через гідророзподільник 27 надходить у штокову порожнину гідроциліндрів 4 і траверса 5 піднімається в крайнє верхнє положення, що визначається обмежувачами, які встановлюються на напрямні колони. Порція вологого матеріалу конвеєром 28 подається на конвеєр 10 і далі у зону пресування. Після чого спрацьовує реле часу і електродвигуни 14, 30, 35 вимикаються, а розподільники 27 та 21

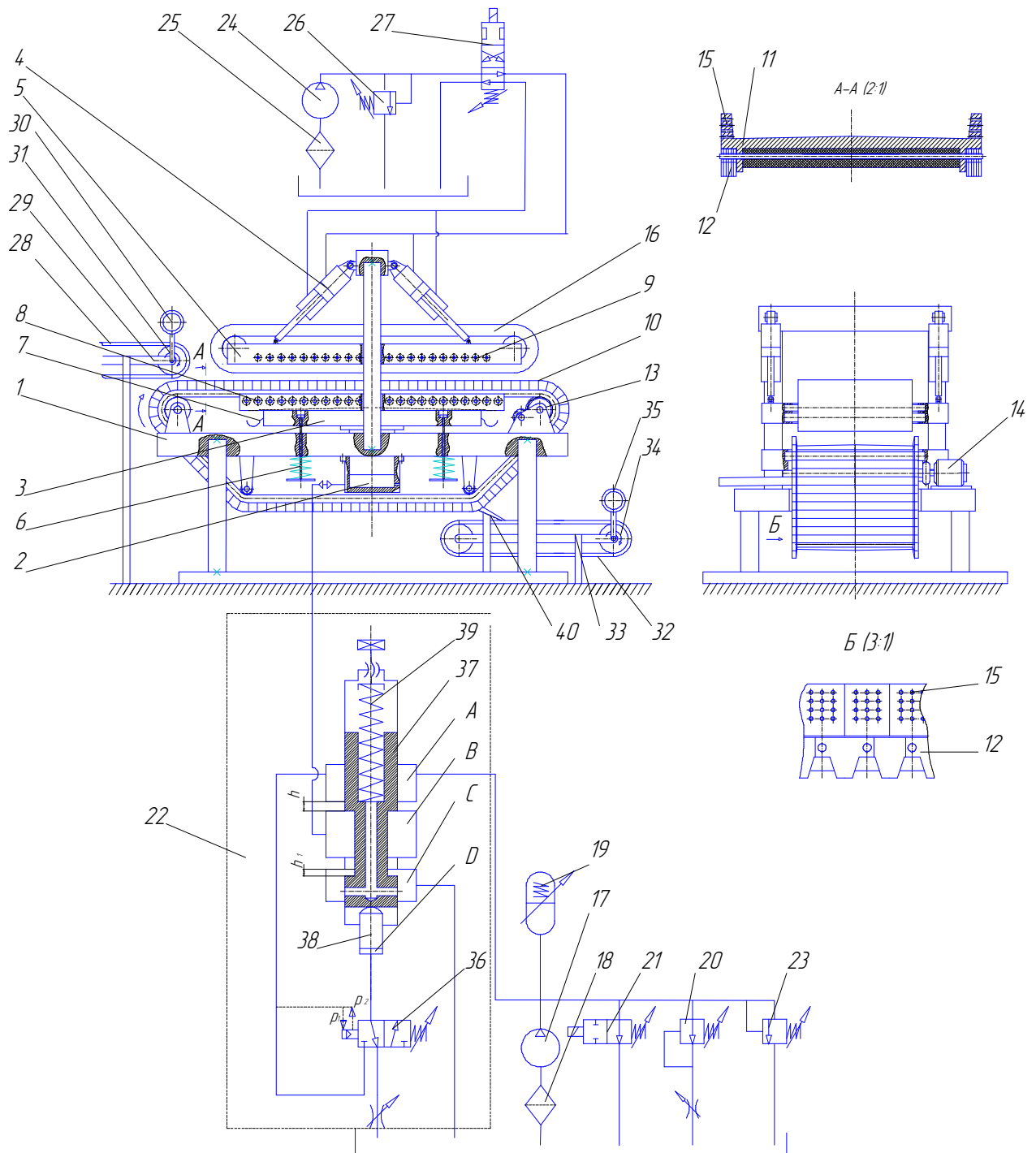


Рисунок 1. Принципова гідрокінематична схема вібраційної установки для неперервного зневоднення вторинних продуктів харчових переробних виробництв

перемикаються в нижню та праву позиції відповідно. Робоча рідина від насоса 24 через гідророзподільник 27 подається в поршневу порожнину

гідроциліндрів 4, які через траверсу 5 створюють в зоні пресування зусилля статичного навантаження.

В гідроімпульсному приводі робоча рідина від насоса 17 заряджає гідроаккумулятор 19 та надходить в порожнину *A* золотника 37, порожнина *B* додатним перекриттям *h* роз'єднана з порожниною *A*, а від'ємним перекриттям *h₁* з'єднана з порожниною зливу *C*. Після збільшення тиску робочої рідини в порожнині *A* до налагоджуваної величини *p₁* сервоклапан 36 відкривається (права позиція за схемою) робоча рідина під тиском *p₁* надходить в порожнину *D* штовхача 38 і стискаючи пружину 39 зміщує золотник 37 другого каскаду вгору. Тим самим порожнина *B* перекривається від порожнини *C*, а напірна порожнина *A* через порожнину керування *B* з'єднується з робочою порожниною гідроциліндра 2. Гідроаккумулятор 19 розряджається в робочу порожнину гідроциліндра 2, внаслідок чого останній здійснює робочий хід. Після того як тиск в порожнині *A* падає до налагоджуваної величини *p₂*, сервоклапан 36 перемикається в ліве положення, з'єднуючи порожнину *D* штовхача зі зливом, золотник 37 під дією пружини 39 разом з штовхачем 38 зміщується вниз роз'єднуючи порожнину *B* з напірною лінією і з'єднує її з зливною порожниною *C*. Робоча рідина з порожнини гідроциліндра 2 через порожнини *B* та *C* золотника 37 виводиться на злив, вібростіл під дією пружин повертається у вихідне нижнє положення. Далі робочий цикл гідроімпульсного привода повторюється встановлену кількість разів до необхідного зневоднення матеріалу. Волога, яка відпресовується з матеріалу через дренажні отвори 15 витікає на стіл 3 і через зливну систему 7 виводиться з установки. Фактично волога маса піддається віброударному пресуванню, яке реалізується сукупністю статичного (від траверси 5) та імпульсного (від вібросола 3) навантажень.

Після завершення встановленого робочого циклу спрацьовує реле часу і перемикає розподільники 27 і 21 в верхнє та ліве положення відповідно, подача імпульсів тиску в гідроциліндр припиняється. Штокова та поршневі порожнини гідроциліндрів 4 з'єднуються із зливом і тим

Вібраційна установка, конструктивна схема та принцип роботи якої приведені вище, включає в себе п'ять незалежних приводів. Основний – гідроімпульсний привод вібростола, допоміжний – гідропривод статичного привантаження та транспортні приводи, а саме – основного конвеєра та допоміжних конвеєрів подачі і виведення матеріалу.

Аналіз структурної схеми привода показує, що процес зневоднення відбувається під час руху вгору приведеної маси робочої ланки масою $m_{p.l} = m_{nl} + m_{в.сm} + m_{np.м}$, що складається з маси плунжера m_{nl} та вібростола $m_{в.сm}$ з врахуванням маси зневоднюваного матеріалу $m_{np.м}$ під дією періодичного тиску $p(t+T)$ в поршневій порожнині гідروциліндра

відповідно на площу S_{nl} , та її зворотному русі під дією елементів пружного повернення еквівалентною жорсткістю c_y , що мають попередній натяг x_{cm} , і зусилля пресування $p_{прес}(t) \cdot S_{пр.м}$ на площі пресованого матеріалу $S_{пр.м}$. Рівняння руху приведеної маси робочої ланки в момент досягнення пресованим матеріалом „абсолютної” жорсткості має вигляд

$$m_{р.л} \frac{d^2x}{dt^2} = p(t+T) \cdot S_n - \Sigma R_{T.р.л.} - p_{прес} \cdot S_{пр.м} - c_y(x + x_{cm}), \quad (1)$$

де $\Sigma R_{T.р.л.}$ – сумарні сили тертя, що виникають в процесі руху робочої ланки.

Структурна схема приводу статичного навантаження (рис. 3) в загальному вигляді включає гідросистему основними виконавчими ланками якої є гідроциліндри 4 встановлені на верхній поперечині станини жорстко з'єднані з рухомою траверсою 5 (інерційне навантаження) масою $m_{ін}$.

Рух інерційної маси $m_{ін}$ забезпечується зовнішньою силою, що виникає під дією тиску в поршневій та штоковій порожнинах гідроциліндрів p_n та $p_{шт}$ відповідно на площах S_n та $S_{шт}$ та силою тяжіння $G = m_{ін} \cdot g$. Рівняння руху інерційної маси в момент досягнення матеріалом „абсолютної” пружності має вигляд

$$m_{ін} \frac{d^2x_{ін}}{dt^2} = p_n S_n - p_{шт} S_{шт} - m_{ін} g - \Sigma R_{T.см} - p_{прес} S_{пр.м}, \quad (2)$$

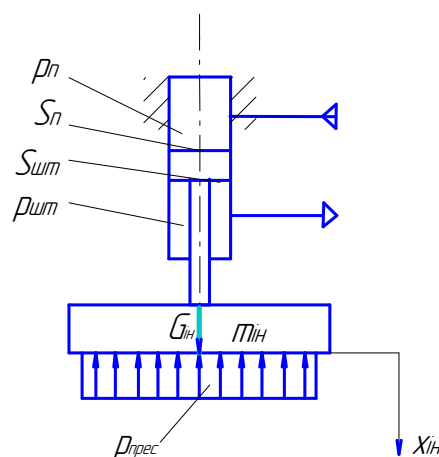


Рисунок 3. Структурна схема приводу статичного навантаження

де $\Sigma R_{T.см}$ – сили тертя, що виникають в напрямних траверси та ущільненнях гідроциліндра під час руху допоміжної ланки.

Структурні схеми приводів транспортного конвеєра (рис. 4, а) та конвеєрів подачі та виведення пресованого матеріалу (рис. 4, б) складаються з електродвигуна з постійним крутним моментом M_e та кутовою швидкістю ω_e . Передаточні механізми ланцюгів приводів з передаточним відношенням $i_{m,n}$ забезпечують на ведучому валу конвеєрів крутний момент $M_e = M_e \cdot i_{m,n}$ та кутову швидкість $\omega_e = \omega_e \cdot i_{m,n}$, що долає тяговий момент опору M_{om} і момент опору сил тертя ΣM_T і забезпечують подачу матеріалу, його транспортування матеріалу в зону обробки та виведення з установки.

Момент сил інерції на ведучому валу конвеєрів визначається масою та геометричними параметрами ведучих ланок приводів. Для ланцюгового конвеєра: $I_e = m_z \cdot r_z^2 / 2$, де m_z , r_z – відповідно маса зірочки та відстань від її центру тяжіння до осі обертання, та для стрічкових конвеєрів $I_e = m_b \cdot r_b^2 / 4$, де m_b , r_b – відповідно маса барабана та відстань від його центру тяжіння до осі обертання.

За запропонованими схемами приводів можна записати їх математичну модель

$$I_{\hat{a}} \frac{d^2 \varphi_{\hat{a}}}{dt^2} = M_{\hat{a}} - \Sigma M_T - M_{od}, \quad (3)$$

де ΣM_T – сумарний момент сил тертя,

φ_e – кутова координата положення ведучого валу привода.

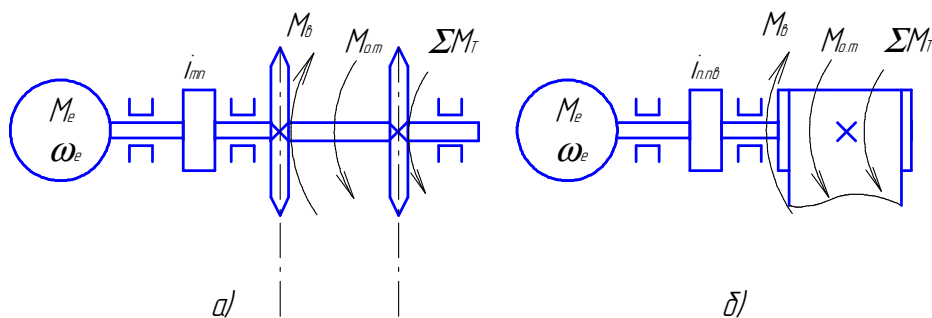


Рисунок 4. Структурні схеми приводів: а) транспортного конвеєра, б) конвеєрів подачі та виведення

В загальному випадку при об'єднанні структурних схем складових приводів установки її математична модель може бути представлена у

вигляді системи з п'яти диференціальних рівнянь, яку доцільно розглядати при розрахунку конструктивних параметрів даної установки.

Запропоновані приводи дозволяють забезпечити циклічну роботу вібраційної установки у безперервному процесі зневоднення відходів харчових переробних виробництв.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Іскович-Лотоцький Р.Д., Севастьянов І.В., Андрощук В.Д. Вібропресова машина для обезводнювання відходів харчових виробництв// Вибрации в технике и технологиях. – 2002. - № 3(24). – с. 48-50.
2. Іскович-Лотоцький Р. Д. Основи теорії розрахунку гідравлічних інерційних вібропресмолотів (структурна схема та динамічна модель)// Промислова гідравліка та пневматика. – 2004. - № 1(3). – с. 76-82.
3. Іскович-Лотоцький Р. Д. Основи теорії розрахунку гідравлічних інерційних вібропресмолотів (дослідження гідроімпульсного приводу)// Промислова гідравліка та пневматика. – 2004. - № 4(6). – с. 58-62.
4. Іскович-Лотоцький Р. Д., Матвеев И. Б., Крат В. А. Машины вибрационного и виброударного действия. – Киев: Техніка, 1982.-208 с.
5. Лунцен М., Мерсон Р. Основные процессы пищевых производств: Пер. с англ. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.- 258 с.
6. Пановко Я. Г. Введение в теорию механического удара. – М.: Наука. – 224 с.
7. Яблонский А. А. Курс теоретической механики. Ч. П. Динамика. – М.: Высшая школа, 1996.- 364 с.